



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **06287685 A**(43) Date of publication of application: **11.10.94**

(51) Int. Cl.

**C22C 38/00**  
**C22C 38/16**
(21) Application number: **05095470**(22) Date of filing: **30.03.93**(71) Applicant: **KOBE STEEL LTD**
(72) Inventor: **MIYOSHI TETSUJI**  
**YOKOI TOSHIO**  
**SHIRASAWA HIDENORI**

(54) **HIGH STRENGTH HOT ROLLED SHEET  
EXCELLENT IN ELONGATION FLANGING  
PROPERTY AND FATIGUE CHARACTERISTIC**

(57) Abstract:

PURPOSE: To obtain a high strength hot rolled steel sheet excellent in elongation flanging properties and fatigue characteristics by specifying the compsn. constituted of C, Si, Mn, Cu, Ni, P, S, N, Al, Ti and Fe and forming its structure into a specified one.

CONSTITUTION: This hot rolled sheet having  $\approx 70\text{kgf/mm}^2$  strength is the one having a compsn. contg., by

weight, 0.02 to 0.10% C,  $\leq 2.0\%$  Si, 0.5 to 2.0% Mn, 0.1 to 2.0% Cu, 0.1 to 2.0% Ni,  $\leq 0.08\%$  P,  $\leq 0.006\%$  S,  $\leq 0.005\%$  N, 0.01 to 0.1% Al and 0.06 to 0.3% Ti so as to satisfy  $0.1 \leq \text{Ti}/\text{Cu} \leq 1.0$  and  $0.50 < \text{Ti}/(4\text{C} + 3.43\text{N} + 1.5\text{S})$  and furthermore contg., at need, 0.005 to 0.2% Nb so as to satisfy  $0.50 < [(\text{Ti} - 3.43\text{N} - 1.5\text{S})/4 + \text{Nb}/7.75]/\text{C}$  and/or one or more kinds among 0.05 to 0.5% Mo, 0.01 to 0.2% V, 0.01 to 0.2% Zr, 0.1 to 2.0% Cr and  $\leq 0.01\%$  Ca, and the balance Fe with other inevitable impurities and having a structure constituted of ferrite by  $\approx 85\%$  in an area ratio.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-287685

(43)公開日 平成6年(1994)10月11日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

C 2 2 C 38/00

識別記号

3 0 1 W

A

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

38/16

審査請求 未請求 請求項の数 4 F D (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平5-95470

(22)出願日 平成5年(1993)3月30日

(71)出願人 000001199

株式会社神戸製鋼所

兵庫県神戸市中央区脇浜町1丁目3番18号

(72)発明者 三好鉄二

兵庫県加古川市金沢町1番地株式会社神戸  
製鋼所加古川製鉄所内

(72)発明者 横井利雄

兵庫県加古川市金沢町1番地株式会社神戸  
製鋼所加古川製鉄所内

(72)発明者 白沢秀則

兵庫県加古川市金沢町1番地株式会社神戸  
製鋼所加古川製鉄所内

(74)代理人 弁理士 中村 尚

(54)【発明の名称】 伸びフランジ性及び疲労特性の優れた高強度熱延鋼板

(57)【要約】

【目的】 70kgf/mm<sup>2</sup>以上の強度で優れた伸びフランジ性と疲労特性を有する高強度熱延鋼板を提供する。

【構成】 C:0.02~0.10%、Si≤2.0%、Mn:0.5~2.0%、Cu:0.1~2.0%、Ni:0.1~2.0%、P≤0.08%、S≤0.006%、N≤0.005%、Al:0.01~0.1%を含有し、更に、Ti:0.06~0.3%で、かつ、 $0.1 \leq Ti/Cu \leq 1.0$ 及び $0.50 < Ti/(4C + 3.43N + 1.5S)$ の関係を満たす量のTiを含有し、残部がFe及び他の不可避免の不純物よりなる組成を有し、面積比率が85%以上のフェライトからなる組織を有することを特徴としている。更に、Nb:0.005~0.2%で、かつ、 $0.50 < [(Ti - 3.43N - 1.5S)/4 + Nb/7.75]/C$ の関係を満たす量のNbを含有し、及び/又は、Mo:0.05~0.5%、V:0.01~0.2%、Zr:0.01~0.2%、Cr:0.1~2.0%、Ca:0.01%以下よりなる群から選ばれる少なくとも1種を含有してもよい。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 重量%(以下、同じ)で、

C: 0.02~0.10%、

Si ≤ 2.0%、

Mn: 0.5~2.0%、

Cu: 0.1~2.0%、

Ni: 0.1~2.0%、

P ≤ 0.08%、

S ≤ 0.006%、

N ≤ 0.005%、

Al: 0.01~0.1%、

を含有し、更に、Ti: 0.06~0.3%で、かつ、 $0.1 \leq Ti/Cu \leq 1.0$  及び  $0.50 < Ti/(4C + 3.43N + 1.5S)$  の関係を満たす量のTiを含有し、残部がFe及び他の不可避免の不純物よりなる組成を有し、面積比率が85%以上のフェライトからなる組織を有することを特徴とする伸びフランジ性及び疲労特性の優れた高強度熱延鋼板。

【請求項2】 前記鋼が、更に、Nb: 0.005~0.2%で、かつ、 $0.50 < [(Ti - 3.43N - 1.5S)/4 + Nb/7.75]/C$  の関係を満たす量のNbを含有している請求項1に記載の伸びフランジ性及び疲労特性の優れた高強度熱延鋼板。

【請求項3】 前記鋼が、更に、Mo: 0.05~0.5%、V: 0.01~0.2%、Zr: 0.01~0.2%、Cr: 0.1~2.0%、Ca: 0.01%以下よりなる群から選ばれる少なくとも1種を含有している請求項1に記載の伸びフランジ性及び疲労特性の優れた高強度熱延鋼板。

【請求項4】 前記鋼が、更に、Nb: 0.005~0.2%で、かつ、 $0.50 < [(Ti - 3.43N - 1.5S)/4 + Nb/7.75]/C$  の関係を満たす量のNbと、Mo: 0.05~0.5%、V: 0.01~0.2%、Zr: 0.01~0.2%、Cr: 0.1~2.0%、Ca: 0.01%以下よりなる群から選ばれる少なくとも1種を含有している請求項1に記載の伸びフランジ性及び疲労特性の優れた高強度熱延鋼板。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は伸びフランジ性及び疲労特性の優れた高強度熱延鋼板に関する。

## 【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】 近年、自動車、建築等の多くの産業分野における部材の軽量化の傾向が高まり、それに伴い高強度の熱延鋼板が用いられているが、熱延鋼板が用いられる用途においては、優れた伸びフランジ性が要求されることが多い。特に、自動車部材に関しては、疲労特性も要求される材料も多い。

【0003】 従来、かゝる加工用高強度熱延鋼板として

は、フェライト・マルテンサイト組織或いはフェライト・ベイナイト組織からなる混合組織が広く知られている。

【0004】 しかし、フェライト・マルテンサイト組織は、変形の初期からマルテンサイトの周囲にミクロ・ボイドが発生して割れを生じるため、伸びフランジ性に劣る問題がある。

【0005】 また、フェライト・ベイナイト組織は、伸びフランジ性は優れており、これまでに特開昭57-101649号公報及び特開昭61-130454号公報で、伸びフランジ性が優れたフェライト・ベイナイト組織高強度熱延鋼板が既に提案されているが、この組織を用いて伸びフランジ性を確保しながら70kgf/mm<sup>2</sup>以上の強度を得るのは困難である。

【0006】 一方、特開平2-8349号公報では、冷間加工性及び溶接性に優れた55kgf/mm<sup>2</sup>以上の高張力熱延鋼帯が既に提案されているが、70kgf/mm<sup>2</sup>以上の強度では第2相体積率が高く、厳しい曲げ加工及び伸びフランジ加工を行うのは困難である。また、特公平3-69976号公報で冷間加工性の極めて優れた高強度熱延鋼板が既に提案されているが、C量が低く、70kgf/mm<sup>2</sup>以上の強度を得るのは困難である。その他、これまでの析出強化による高強度熱延鋼板はパーライト等のセメンタイトが多量に存在したために優れた伸びフランジ性を得ることができなかった。

【0007】 本発明は、上記従来技術の問題点を解決して、70kgf/mm<sup>2</sup>以上の強度で優れた伸びフランジ性及び疲労特性を有する高強度熱延鋼板を提供することを目的とするものである。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】 本発明者らは、上記課題を解決するために鋭意研究した結果、ベイナイト、マルテンサイト及びパーライト等のセメンタイトを最小限にし、かつ、組織の大部分を固溶Cの少ないフェライトにし、TiとCu添加量を制御することによってTiC及びCuを中心とした析出強化と固溶強化によって引張強度が70kgf/mm<sup>2</sup>以上で優れた伸びフランジ性が得られることを見出した。また、セメンタイトを減少させ、Cuによるフェライトの固溶強化及び析出強化は、疲労亀裂の発生を抑制し、優れた疲労強度が得られることも見出し、ここに本発明に至ったものである。

【0009】 すなわち、本発明は、C: 0.02~0.10%、Si ≤ 2.0%、Mn: 0.5~2.0%、Cu: 0.1~2.0%、Ni: 0.1~2.0%、P ≤ 0.08%、S ≤ 0.006%、N ≤ 0.005%、Al: 0.01~0.1%、を含有し、更に、Ti: 0.06~0.3%で、かつ、 $0.1 \leq Ti/Cu \leq 1.0$  及び  $0.50 < Ti/(4C + 3.43N + 1.5S)$  の関係を満たす量のTiを含有し、残部がFe及び他の不可避免の不純物よりなる組成を有し、面積比率が85%以上のフェライトからなる組織

を有することを特徴とする伸びフランジ性及び疲労特性の優れた高強度熱延鋼板を要旨としている。

【0010】また、他の本発明は、更に、Nb: 0.005~0.2%で、かつ、 $0.50 < [(Ti - 3.43N - 1.5S) / 4 + Nb / 7.75] / C$  の関係を満たす量のNbを含有していることを特徴としている。

【0011】また、他の本発明は、更に、Mo: 0.05~0.5%、V: 0.01~0.2%、Zr: 0.01~0.2%、Cr: 0.1~2.0%、Ca: 0.01%以下よりなる群から選ばれる少なくとも1種を含有していることを特徴としている。

【0012】また、他の本発明は、Nb: 0.005~0.2%で、かつ、 $0.50 < [(Ti - 3.43N - 1.5S) / 4 + Nb / 7.75] / C$  の関係を満たす量のNbと、Mo: 0.05~0.5%、V: 0.01~0.2%、Zr: 0.01~0.2%、Cr: 0.1~2.0%、Ca: 0.01%以下よりなる群から選ばれる少なくとも1種を含有していることを特徴としている。

【0013】

【作用】以下に本発明を更に詳細に説明する。まず、本発明における鋼の化学成分の限定理由について説明する。

【0014】C: Cは鋼の強化を高めるために添加され、かゝる効果を有効に発揮させるためには少なくとも0.02%を添加する必要がある。しかし、過剰に添加すると、炭化物を形成するのに必要なTi或いはNbの添加量が増加し、コストアップとなるばかりか、伸びフランジ性が劣化するので、添加量の上限を0.10%とする。

【0015】Si: Siはフェライトの生成を促し、フェライトの固溶C量を低減させ、更に伸びフランジ性をあまり劣化させずに強度を上げるのに有効な元素であるので、必要量を添加するが、過剰に添加すれば溶接部の脆化を招くのみならず、表面性状が劣化するので、本発明鋼においては、2.0%以下に規制する。

【0016】Mn: Mnは鋼の固溶強化に有効な元素であるが、その効果を得るには少なくとも0.5%の添加を必要とするが、過剰に添加すれば焼入れ性が高くなり、変態生成物を多量に生成し、高い伸びフランジ性を得ることが困難となるので、その上限を2.0%とする。

【0017】Cu: Cuは本発明においても最も重要な元素の一つであり、鋼の析出強化に有効な元素である。また、疲労特性を向上させる有効な元素でもあり、これらの効果を発揮させるには少なくとも0.1%を添加する必要がある。しかし、過剰に添加すればその効果が飽和し、コストアップを招く。したがって、上限を2.0%とする。

【0018】Ni: NiはCu添加による熱間脆性を防止する元素として有効である。その効果を発揮させるには少なくとも0.1%が必要であるが、過剰に添加すれば

その効果が飽和し、コストアップを招く。したがって、上限を2.0%とする。

【0019】P: Pは延性を劣化させずに固溶強化する有効な元素であるが、過剰に添加すると加工後、遷移温度を上昇させるので、0.08%以下とする。

【0020】S: Sはこれを0.006%を超えて多量に含有させると、伸びフランジ性を劣化させるので、0.006%を上限とする。

【0021】Al: Alは鋼の溶製時の脱酸剤として添加され、その範囲は0.01~0.1%が好ましい。

【0022】Ti: Tiは鋼中のC及びNを析出物にして析出強化し、フェライト中の固溶C量及びセメンタイトを低減させ、伸びフランジ性を向上させる効果がある。その効果を発揮させるには少なくとも0.06%の添加が必要で、かつ、 $0.50 < Ti / (4C + 3.43N + 1.5S)$  となる量のTiの添加が必要である。この関係式を満たすことを規定した理由は、 $Ti / (4C + 3.43N + 1.5S)$  が0.50未満になると鋼中のセメンタイトが増加かつ粗大になり、伸びフランジ性を低下させるためである。しかし、過剰にTi添加すると延性が劣化し、或いは上記効果が飽和して経済的にも不利であるので、上限を0.3%とする。

【0023】Nb: また、本発明においては、Nbを添加することによりTiと同様の効果を得ることができるので、必要に応じてNbを添加する。すなわち、Nbの析出の効果を得るには、少なくとも0.005%の添加が必要で、かつ、Ti添加量との関係で $0.50 < [(Ti - 3.43N - 1.5S) / 4 + Nb / 7.75] / C$  となる量のNbを添加する必要がある。この関係式を満たすことを規定した理由は、 $[(Ti - 3.43N - 1.5S) / 4 + Nb / 7.75] / C$  が0.50未満になると鋼中のセメンタイトが増加かつ粗大になり、伸びフランジ性を低下させるためである。しかし、過剰にNbを添加すると延性が劣化し、或いは上記効果が飽和して経済的にも不利であるので、上限を0.2%とする。

【0024】Mo、V、Zr、Cr、Ca: 更に、本発明においては、Mo、V、Zr、Cr及びCaよりなる群から選ばれる少なくとも1種の元素を必要に応じて添加することができる。V及びZrは炭化物を形成し、フェライト中の固溶C量を低減し、伸びフランジ性を向上させ、強化する。これらの効果を発揮するにはそれぞれ少なくとも0.01%の添加が必要である。しかし、それぞれ過剰に添加すると上記効果が飽和して経済的にも不利であるので、それぞれの上限を0.2%とする。

【0025】また、Mo及びCrは固溶強化元素として有効であるが、その効果を発揮するには、Moは少なくとも0.05%の添加が必要であり、Crは少なくとも0.1%の添加が必要である。しかし、それぞれ過剰に添加すると低温変態生成物を多量に生成するので、Moの上限を0.5%、Crの上限を2.0%とする。

【0026】また、Caは硫化物を球状化する効果があり、伸びフランジ性を向上させるが、0.01%を超えるとその効果が飽和し、コストアップとなるので、これを上限とした。これら元素は単独で添加してもよく、また複合添加してもよいが、複合添加することにより相乗的な効果を得ることができるので有利である。

【0027】Ti/Cu：本発明では、上記化学成分においてTi/Cu比が重要である。すなわち、Ti/Cu<0.1の場合、TiCを析出させる時に多量のCuが析出し、著しく伸びフランジ性が低下する。また、1.0<Ti/Cuの場合、疲労強度比が低くなり、良好な疲労特性を得ることができない。したがって、Ti/Cu比の範囲を $0.1 \leq \text{Ti/Cu} \leq 1.0$ とする。

【0028】本発明では、上記化学成分の鋼を通常の熱間圧延工程において、面積比率が85%以上のフェライトからなる組織にすることによって、伸びフランジ性に優れた高強度熱延鋼板を得ることができる。

【0029】次に本発明の実施例を示す。

#### 【実施例】

【0030】表1に示す化学成分を有する鋼を1200℃に加熱し、通常の熱間圧延工程によって仕上温度850~920℃で、2.0mm厚に仕上げた。その後、冷却速度と巻取温度を変化させて種々の組織の鋼板を製造した。このようにして得られた熱延鋼板について、JIS 5号による圧延方向の引張試験、両振り平面曲げ疲労試験、穴広げ試験及び組織観察を行った。その結果を表2及び図1に示す。

【0031】両振り平面曲げ疲労試験は、 $10^7$ サイクルでの耐久応力を求めた。穴広げ試験は、径10mmの打ち抜き穴を60°円錐ポンチにて押し広げ、割れが鋼板を貫通した時点での穴径dを測定し、穴広げ率 $\lambda$ を次式にて計算した。 $\lambda = [(d-10)/10] \times 100$  (%)。組織は、ナイタール腐食後、走査電子顕微鏡にてフェライト、ベイナイト、マルテンサイト及びパーライトを同定し、それぞれの面積比率を画像解析装置によって測定した。

【0032】本発明鋼No. 1~No. 6は、いずれも85%以上のフェライトからなる組織で、析出及び固溶強化等により引張強度が70kgf/mm<sup>2</sup>以上で高い $\lambda$ を有し、優れた伸びフランジ性を有し、かつ、 $\sigma_w/\text{TS}$ 比が0.5以上の優れた疲労特性を有している。

【0033】これらに対し、比較鋼No. 7はTi/Cu比が0.1未満でCu添加量が多く、多量のCuが析出したために延性が低い。比較鋼No. 8~No. 13は、Cu及びNiを殆ど含有しないため、本発明鋼に比べ、疲労特性が低い。比較鋼No. 14は、 $[(\text{Ti}-3.43\text{N}-1.5\text{S})/4+\text{Nb}/7.75]/\text{C}$ を満足することができず、低温変態生成物及びパーライトの面積率が高く、優れた伸びフランジ性が得られない。

【0034】

【表1】

鋼No	C	Si	Mn	P	S	Al	Ti	Nb	Cu	Ni	Mo	V	Zr	Cr	Ca	N	Ti/Cu	(Ti+Nb/C)
1	0.03	0.98	1.52	0.001	0.001	0.025	0.12	—	0.59	0.60	—	—	—	—	0.002	0.0021	0.20	0.927
2	0.05	0.50	1.51	0.016	0.001	0.027	0.14	0.03	0.99	0.70	—	—	—	—	0.002	0.0023	0.14	0.730
3	0.05	0.01	1.48	0.012	0.001	0.031	0.15	0.05	1.02	0.70	—	—	—	0.20	0.002	0.0023	0.15	0.832
4	0.05	0.51	1.00	0.010	0.001	0.024	0.15	0.05	1.01	0.72	0.20	—	—	—	0.002	0.0025	0.15	0.829
5	0.05	0.49	1.52	0.010	0.001	0.022	0.15	0.05	1.00	0.70	—	0.12	—	—	0.002	0.0026	0.15	0.827
6	0.05	0.50	1.50	0.011	0.001	0.025	0.15	0.05	0.60	0.40	—	—	0.05	—	0.002	0.0024	0.40	0.830
7	0.05	0.52	1.53	0.010	0.001	0.027	0.15	—	1.98	1.02	—	—	—	—	—	0.0020	0.08	0.708
8	0.03	1.02	1.49	0.011	0.001	0.028	0.11	—	—	—	—	—	—	—	—	0.0025	>10	0.833
9	0.05	0.52	1.50	0.018	0.001	0.036	0.15	0.032	0.08	—	—	—	—	—	0.003	0.0024	1.88	0.784
10	0.05	0.01	1.53	0.017	0.001	0.035	0.15	0.05	—	0.19	—	—	—	0.20	0.002	0.0023	>10	0.832
11	0.05	0.48	1.03	0.012	0.001	0.030	0.15	0.05	—	—	0.21	—	—	—	0.004	0.0025	>10	0.829
12	0.05	0.50	1.48	0.010	0.001	0.032	0.15	0.05	—	—	—	0.22	—	—	0.003	0.0025	>10	0.829
13	0.05	0.49	1.50	0.008	0.001	0.033	0.15	0.05	—	—	—	—	0.05	—	0.003	0.0026	>10	0.827
14	0.05	0.52	1.50	0.011	0.001	0.031	0.08	0.03	1.02	0.72	—	—	—	—	0.002	0.0025	0.08	0.427

(注) (Ti+Nb)/Cは $[(\text{Ti}-1.5\text{S}-3.43\text{N})/4+\text{Nb}/7.75]/\text{C}$ の式で計算される値である。

【0035】

【表2】

表 2

区分	鋼 No	YP (kgf/mm <sup>2</sup> )	TS (kgf/mm <sup>2</sup> )	El (%)	$\lambda$ (%)	$\sigma_w$ (kgf/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_w/TS$	フェライト 体積率(%)
本発明鋼	1	73.5	80.2	21.0	105	45.2	0.563	99
本発明鋼	2	80.1	86.3	20.0	97	48.3	0.560	99
本発明鋼	3	78.4	84.6	20.5	100	48.7	0.576	98
本発明鋼	4	80.0	86.5	20.0	98	49.8	0.576	98
本発明鋼	5	75.5	82.1	20.3	101	49.1	0.598	100
本発明鋼	6	63.7	77.4	20.7	110	44.5	0.575	100
比較鋼	7	94.5	102.2	8.9	48	56.6	0.553	97
比較鋼	8	72.2	76.9	22.0	122	34.0	0.442	99
比較鋼	9	76.6	81.8	20.8	114	36.2	0.443	99
比較鋼	10	74.3	80.6	21.5	102	36.3	0.450	98
比較鋼	11	75.4	81.2	20.7	100	36.6	0.451	98
比較鋼	12	69.9	77.7	21.5	107	34.8	0.447	100
比較鋼	13	58.5	72.3	21.6	130	33.6	0.465	100
比較鋼	14	76.1	88.3	20.0	52	51.5	0.583	80

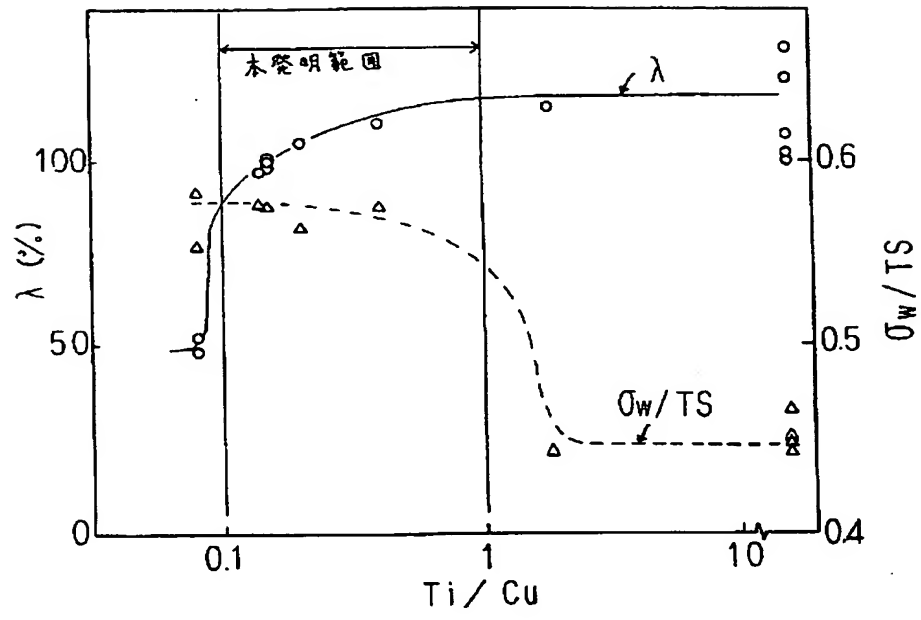
## 【0036】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明によれば、70 kgf/mm<sup>2</sup>以上の強度で優れた伸びフランジ性と疲労特性を有する高強度熱延鋼板を提供することができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】Ti/Cuの質量比と穴広げ率 $\lambda$ の関係、及びTi/Cuの質量比と $\sigma_w/TS$ 比との関係を示す図である。

【図1】



This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record

## BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images  
problems checked, please do not report the  
problems to the IFW Image Problem Mailbox**